



**PATENT APPLICATION**

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

Tuomo LEHTONEN

Group Art Unit: 2856

Application No.: 10/774,691

Examiner: Not yet assigned

Confirmation No.: 7362

Filed: February 10, 2004

Attorney Dkt. No.: 59244.00009

For: CAPACITIVE ACCELERATION SENSOR

**CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 USC § 119**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

July 6, 2004

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign application(s) filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

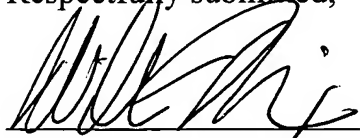
**Finnish Patent Application No. 20030207 filed on 11 February 2003 in Finland**

In support of this claim, certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Please charge any fee deficiency or credit any overpayment with respect to this paper to Counsel's Deposit Account No. 50-2222.

Respectfully submitted,

  
Douglas H. Goldhush  
Registration No. 33,125

Res. No.  
44,262

**Customer No. 32294**  
SQUIRE, SANDERS & DEMPSEY LLP  
14<sup>TH</sup> Floor  
8000 Towers Crescent Drive  
Tysons Corner, Virginia 22182-2700  
Telephone: 703-720-7800  
Fax: 703-720-7802

DHG:kbd

Enclosure: Priority Document (1)

Helsinki 10.2.2004

ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT



Hakija  
Applicant

VTI Technologies Oy  
Vantaa

Patenttihakemus nro  
Patent application no

20030207

Tekemispäivä  
Filing date

11.02.2003

Kansainvälinen luokka  
International class

G01P

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Kapasitiivinen kiihtyvyyssanturirakenne"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

  
Pirjo Kaila  
Tutkimussihteeri

Maksu 50 €  
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

**KAPASITIIVINEN KIIHTYVYYSANTURIRAKENNE****Keksinnön ala**

5

Keksintö liittyy kiihtyvyyden mittauksessa käytettäviin mittalaitteisiin, ja tarkemmin sanottuna kapasitiivisiin kiihtyvyydsantureihin. Keksinnön avulla pyritään tarjoamaan parannettu anturirakenne, joka mahdollistaa luotettavan ja suorituskykyisen kiihtyvyyden mittauksen erityisesti pienikokoisissa kapasitiivisissa kiihtyvyydsanturiratkaisuissa.

**Keksinnön taustaa**

- 15 Kapasitiiviseen kiihtyvyydsanturiin perustuva mittaus on osoittautunut periaatteeltaan yksinkertaiseksi ja luotettavaksi tavaksi kiihtyvyyden mittauksessa. Kapasitanssimittaus perustuu anturin elektrodiparin kahden pinnan väliseen raon muutokseen. Pintojen välinen kapasitanssi eli sähkövarauksen säilytyskapasiteetti riippuu pintojen pinta-alasta sekä pintojen välisestä etäisyydestä. Kapasitanssimittausta voidaan käyttää jo varsin alhaisilla kiihtyvyyden mittausalueilla.
- 20
- 25 Tunnettua tekniikkaa selostetaan seuraavassa viitaten esimerkinomaisesti oheisiin kuviin, joista:
- kuva 1 esittää tunnetun tekniikan mukaista kiihtyvyydsanturin elektrodiparin rakennetta perspektiivikuvana, ja
- 30 kuva 2 esittää tunnetun tekniikan mukaista kiihtyvyydsanturin translaatioliikkeeseen perustuvan elektrodiparin toiminnallista rakennetta sivusta kuvattuna.
- 35 Kuvassa 1 on esitetty tunnetun tekniikan mukaisen kiihtyvyydsanturin elektrodiparin rakenne perspektiivikuvana.

Tunnetun tekniikan mukainen kiihtyvyyssanturin elektrodipari käsittää liikkuvan elektrodin 1, joka liikkuu kiihtyvyyden mukaan sekä kiinteään elektrodin 2. Liikkuva elektrodin 1 on kiihtyvyyssanturin kiihtyvyyteen reagoiva osa 1, joka kiihtyvyyden seurauksena liikkuu suhteessa kiinteään elektrodin 2. Liikkuva elektrodin 1 ja kiinteä elektrodin 2 muodostavat elektrodiparin, joka muuttaa kiihtyvyyden sähköisesti mitattavaksi suureeksi, kapasitanssiksi. Kiihtyvyyssanturin liikkuva elektrodin 1 on kuvassa tuettu pisteistä 3 ja 4. Yleensä tunnetun tekniikan mukainen kiihtyvyyssanturi käsittää myös toisen elektrodiparin liikkuvan elektrodin 1 vastakkaisella puolella, jota kuvassa ei ole selkeyden vuoksi esitetty.

Kiihtyvyyssanturi voidaan toteuttaa joko elektrodiparin liikkuvan elektrodin translaatioliikkeeseen tai rotaatioliikkeeseen perustuen.

Kuvassa 2 on esitetty tunnetun tekniikan mukaisen kiihtyvyyssanturin translaatioliikkeeseen perustuvan elektrodiparin toiminnallinen rakenne sivusta kuvattuna. Tunnetun tekniikan mukainen kiihtyvyyssanturin elektrodipari käsittää liikkuvan elektrodin 1 sekä kiinteän levyosan 2. Kiihtyvyyssanturin liikkuvan elektrodin 1 tukipiste on esitetty pisteellä 4. Kun kiihtyvyyssanturin liikkuva elektrodin 1 on yläasennossa, muodostuu kapasitanssi liikkuvan elektrodin 1 alapinnan ja levyosan 2 yläpinnan välille. Kapasitanssin suuruus riippuu pintojen 1, 2 pinta-alasta sekä pintojen 1, 2 välisestä etäisyydestä. Kun kiihtyvyyssanturin liikkuva elektrodin 1 liikkuu ala-asentoon pintojen 1, 2 välinen kapasitanssi kasvaa huomattavasti pintojen 1, 2 välisen etäisyyden pienentyessä.

Keksinnön mukaisen kiihtyvyyssanturin elektrodiparin liikkuvan elektrodin tuentajärjestelyjä sekä elektrodien

rakennetta on kuvattu tarkemmin hakijan samanaikaisesti jätetyssä patenttihakemuksessa.

### Keksinnön yhteenveto

5

Keksinnön päämääränä on aikaansaada sellainen parannettu anturirakenne, jolla saavutetaan symmetriaetuja, ja joka mahdollistaa luotettavan ja suorituskykyisen kiihtyvyyden mittauksen erityisesti pienikokoisissa kapasitiivisissa kiihtyvyyssanturiratkaisuissa.

10

Keksinnön ensimmäisen piirteen mukaan tarjotaan kapasitiivinen kiihtyvyyssanturi, joka käsittää ainakin yhden elektrodiparin siten, että kukin elektrodipari käsittää kiihtyvyyteen reagoivan liikkuvan elektrodin ja ainakin yhden kiinteän levyosan siten, että kukin elektrodipari käsittää lisäksi oleellisesti saman akselin muodostavan rotaatioakselin siten, että

15

- kiihtyvyyssanturin liikkuva elektrodi on tuettu kiinteästi rotaatioakselista siten, että liikkuva elektrodi pääsee kiertymään rotaatioliikkeellä rotaatioakselin ympäri, ja että
- kiihtyvyyssanturissa on käytetty useampia elektrodipareja.

25

Edullisesti, elektrodiparien sijainti on valittu symmetrisesti symmetria-akselien suhteen. Edullisesti, elektrodiparien elektrodien muoto on valittu elektrodiparien määrään nähden sopivasti. Edullisesti, kiihtyvyyssanturissa on käytetty ainakin kahta elektrodiparia.

30

Vaihtoehtoisesti, kiihtyvyyssanturissa on käytetty kahta elektrodiparia. Edullisesti, käyttämällä kahta elektrodiparia on toteutettu yhden akselin kiihtyvyyssanturi. Edullisesti, käyttämällä kahta elektrodiparia on

35

toteutettu kahden akselin kiihtyvyysanturi. Edullisesti, elektrodiparit on sijoitettu siten, että muodostuu kaksi symmetria-akselia. Edullisesti, kummankin liikkuvan elektrodin painopisteen ja painopisteiden välisen janan  
5 pituus tulee olla pienempi kuin minkä tahansa eri liikkuvien elektrodien tukipisteiden välille piirretty suora.

Edullisesti, kiihtyvyysanturissa on käytetty kolmea  
10 elektrodiparia. Edullisesti, käyttämällä kolmea elektrodiparia on toteutettu yhden akselin kiihtyvyysanturi. Vaihtoehtoisesti, käyttämällä kolmea elektrodiparia on toteutettu kahden akselin kiihtyvyysanturi. Vaihtoehtoisesti, käyttämällä kolmea  
15 elektrodiparia on toteutettu kolmen akselin kiihtyvyysanturi. Edullisesti, elektrodiparit on sijoitettu siten, että muodostuu kolme symmetria-akselia. Edullisesti, elektrodiparit sijaitsevat anturissa siten, että jokaisen liikkuvan elektrodin positiivinen suuntavek-  
20 tori on  $120^\circ$  ja  $240^\circ$  kulmassa kahden muun liikkuvan elektrodin positiivisen suuntavektorin kanssa. Edullisesti, liikkuvien elektrodien negatiiviset suuntavektorit leikkaavat oleellisesti yhdessä pisteessä.

25 Vaihtoehtoisesti, kiihtyvyysanturissa on käytetty neljää elektrodiparia. Edullisesti, käyttämällä neljää elektrodiparia on toteutettu yhden akselin kiihtyvyysanturi. Vaihtoehtoisesti, käyttämällä neljää elektrodiparia on toteutettu kahden akselin kiihtyvyysanturi. Vaihtoehtoisesti, käyttämällä neljää  
30 elektrodiparia on toteutettu kolmen akselin kiihtyvyysanturi. Edullisesti, elektrodiparit on sijoitettu siten, että muodostuu neljä symmetria-akselia.

35 Edullisesti, elektrodiparit sijaitsevat anturissa siten, että jokaisen liikkuvan elektrodin positiivinen suuntavek-

tori on  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  ja  $270^\circ$  kulmassa kolmen muun liikkuvan elektrodin positiivisen suuntavektorin kanssa. Edullisesti, liikkuvien elektrodien negatiiviset suuntavektorit leikkaavat oleellisesti yhdessä pisteessä.

5

Vaihtoehtoisesti, kiihtyvyyssanturissa on käytetty kahdeksaa elektrodiparia. Edullisesti, käyttämällä kahdeksaa elektrodiparia on toteutettu yhden akselin kiihtyvyyssanturi. Vaihtoehtoisesti, käyttämällä kahdeksaa elektrodiparia on toteutettu kahden akselin kiihtyvyyssanturi.

Vaihtoehtoisesti, käyttämällä kahdeksaa elektrodiparia on toteutettu kolmen akselin kiihtyvyyssanturi. Edullisesti, elektrodiparit on sijoitettu siten, että muodostuu neljä symmetria-akselia. Edullisesti, eri elektrodiparit on sovitettu mittaukseen eri kiihtyvyyksalueille. Edullisesti, jotkin kiihtyvyyssanturin elektrodiparit ovat redundantteja elektrodipareja. Edullisesti, joitakin kiihtyvyyssanturin elektrodipareja käytetään kapasitanssimuutoksen linearisointiin.

#### **Piirustusten lyhyt selitys**

25 Seuraavassa keksintöä ja sen edullisia toteutustapoja selostetaan yksityiskohtaisesti viitaten esimerkinomaisesti oheisiin kuviin, joista:

- kuva 1 esittää tunnetun tekniikan mukaista kiihtyvyyssanturin elektrodiparin rakennetta perspektiivikuvana,
- 30 kuva 2 esittää tunnetun tekniikan mukaista kiihtyvyyssanturin translaatioliikkeeseen perustuvan elektrodiparin toiminnallista rakennetta sivusta kuvattuna,



- kuva 3 esittää keksinnön mukaista kiihtyvyysanturin elektrodiparin toiminnallista rakennetta sivusta kuvattuna,
- kuva 4 esittää keksinnön mukaista kiihtyvyysanturin elektrodiparin rakennetta perspektiivikuvana,
- 5 kuva 5 esittää keksinnön mukaista kiihtyvyysanturin elektrodiparin kapasitanssin prosentuaalista muutosta elektrodiparin pintojen välisen etäisyyden muuttuessa,
- 10 kuva 6 esittää keksinnön mukaista kiihtyvyysanturia kahdella elektrodiparilla toteutettuna,
- kuva 7 esittää keksinnön mukaista kiihtyvyysanturia kolmella elektrodiparilla toteutettuna,
- kuva 8 esittää keksinnön mukaista kiihtyvyysanturia neljällä elektrodiparilla toteutettuna,
- 15 kuva 9 esittää keksinnön mukaista kiihtyvyysanturia kahdeksalla elektrodiparilla toteutettuna,
- kuva 10 esittää keksinnön mukaista vaihtoehtoista kiihtyvyysanturia neljällä elektrodiparilla toteutettuna,
- 20 kuva 11 esittää keksinnön mukaista toista vaihtoehtoista kiihtyvyysanturia neljällä elektrodiparilla toteutettuna.
- 25 Kuvat 1-2 on esitetty edellä. Seuraavassa keksintöä ja sen edullisia toteutustapoja selostetaan viitaten kuviin 3-11.

#### **Keksinnön yksityiskohtainen selitys**

- 30 Kuvassa 3 on esitetty keksinnön mukaisen kiihtyvyysanturin elektrodiparin toiminnallinen rakenne sivusta kuvattuna. Keksinnön mukainen kiihtyvyysanturin elektrodipari käsittää liikkuvan elektrodin 5, kiinteän elektrodin 6 sekä rotaatioakselin 7.

Kiihtyvyysanturin liikkuva elektrodi 5 on tuettu kiinteästi rotaatioakselista 7 siten, että liikkuva elektrodi 5 pääsee kiertymään rotaatioliikkeellä rotaatioakselin 7 ympäri. Rotaatioliikkeessä oleva liikkuva elektrodi 5 on kiihtyvyysanturin kiihtyvyyteen reagoiva osa, joka kiihtyvyyden seurauksena suorittaa rotaatioliikettä rotaatioakselin 7 ympäri.

Kun kiihtyvyysanturin liikkuva elektrodi 5 ennen rotaatioliikettä on yläasennossa, muodostuu kapasitanssi liikkuvan elektrodin 5 alapinnan ja kiinteän elektrodin 6 yläpinnan välille. Kapasitanssin suuruus riippuu pintojen 5, 6 pinta-alasta sekä pintojen 5, 6 välisestä etäisyydestä. Kun kiihtyvyysanturin liikkuva elektrodi 5 kiertyy rotaatioliikkeen jälkeen ala-asentoon pintojen 5, 6 välinen kapasitanssi kasvaa pintojen 5, 6 välisen etäisyyden pienentyessä.

Keksinnön mukaisessa kiihtyvyysanturin elektrodiparissa pintojen 5, 6 välinen kapasitanssi jakautuu epätasaisesti pinnoille 5 ja 6, sillä pintojen 5, 6 välinen etäisyys vaihtelee. Keksinnön mukainen kiihtyvyysanturi voi myös käsittää toisen elektrodiparin liikkuvan elektrodin 5 vastakkaisella puolella.

Keksinnön mukaisessa kiihtyvyysanturissa elektrodiparin muodolla suurennetaan rotaatioliikkeessä olevan liikkuvan elektrodin kapasitanssin muutosta verrattuna nelikulmion muotoiseen elektrodipariin. Kapasitanssin muutoksen suureminen perustuu rotaatioliikkeen aikaansaaman elektrodivälin epätasaisuuteen.

Rotaatioliikkeessä olevan liikkuvan elektrodin kärjen sijainti on rotaatiokulman maksimiarvoa rajoittava tekijä. Kiinteän elektrodin päällä on yleensä puskurirakenne, johon liikkuvan elektrodin osuessa elektrodipari saavuttaa

maksimikapasitanssinsa. Liikkuvan elektrodin kärjessä on myös kapasitanssin muutoksen kannalta herkin alue, koska siellä elektrodiparin etäisyys muuttuu kaikkein eniten.

- 5 Rotaatiokulman maksimiarvo riippuu liikkuvan elektrodin maksimietäisyydestä rotaatioakselista kun taas liikkuvan elektrodin kärjessä muodostuneen kapasitanssin suuruus riippuu elektrodiparin leveydestä. Kuormittamattoman elektrodiparin kapasitanssi riippuu vain elektrodiparin  
10 pinta-alasta.

- Keksinnössä elektrodipari muotoillaan joko liikkuvan, kiinteän tai kummankin elektrodin avulla siten että elektrodiparin pinta-alasta merkittävä osuus on mahdollisimman  
15 etäällä kiinteän elektrodin rotaatioliikkeen akselista. Keksinnön mukaisia elektrodiparin muotoja ovat esimerkiksi kolmiota, pisaraa tai vasaraa muistuttavat elektrodiparit. Keksinnön mukaisella rakenteella suurin osa elektrodiparin synnyttämästä kapasitanssista syntyy alueella, jossa  
20 elektrodiparin etäisyys muuttuu paljon.

- Kuvassa 4 on esitetty keksinnön mukaisen kiihtyvyyssanturin elektrodiparin rakenne perspektiivikuvana. Keksinnön mukainen kiihtyvyyssanturin elektrodipari käsittää muotoil-  
25 lun liikkuvan elektrodin 8, joka liikkuu kiihtyvyyden mukaan sekä muotoillun kiinteän elektrodin 9. Liikkuva elektrodi 8 on kiihtyvyyssanturin kiihtyvyyteen reagoiva osa 8, joka kiihtyvyyden seurauksena liikkuu suhteessa levyosaan 9. Liikkuva elektrodi 8 ja kiinteä elektrodi 9  
30 muodostavat elektrodiparin, joka muuttaa kiihtyvyyden sähköisesti mitattavaksi suureeksi, kapasitanssiksi. Kiihtyvyyssanturin liikkuva elektrodi 8 on kuvassa tuettu rotaatioakselin pisteistä 10 ja 11.

- 35 Vaihtoehtoisia elektrodiparin muotoja ovat esimerkiksi kolmiota, pisaraa tai vasaraa muistuttavat elektrodiparit.

## BEST AVAILABLE COPY

9

Tällaisella rakenteella suurin osa elektrodiparin synnyttämisestä kapasitanssista syntyy alueella, jossa elektrodiparin etäisyys muuttuu paljon.

- 5 Kuvassa 5 on esitetty keksinnön mukaisen kiihtyvyysanturin elektrodiparin kapasitanssin prosentuaalinen muutos elektrodiparin pintojen välisen etäisyyden muuttuessa. Vaaka-akselilla on kuvattu elektrodiparin pintojen välinen etäisyys (d). Vastaavasti pystyakselilla on kuvattu elektrodiparin kapasitanssin prosentuaalinen muutos (%C change).
- 10 Käyrä 12 kuvaa tavallisen pinnoiltaan suorakaiteen muotoisen translaatioliikkeisen elektrodiparin kapasitanssin prosentuaalista muutosta elektrodiparin pintojen välisen etäisyyden muuttuessa. Vastaavasti käyrä 13 kuvaa pinnoil-
- 15 taan suorakaiteen muotoisen rotaatioliikkeisen elektrodiparin kapasitanssin prosentuaalista muutosta elektrodiparin pintojen välisen etäisyyden muuttuessa.

- Voidaankin havaita että rotaatioliikkeisen elektrodiparin mittaukseen käytettävä kapasitanssin muutos ei ole yhtä suuri kuin tavallisella pinnoiltaan suorakaiteen muotoisella translaatioliikkeisellä elektrodiparilla. Tätä mittaukseen tarvittavaa muutosherkkyyttä voidaan kompensoida elektrodiparin muotoilulla. Käyrä 14 kuvaa pinnoiltaan
- 20 kolmion muotoisen rotaatioliikkeisen elektrodiparin kapasitanssin prosentuaalista muutosta elektrodiparin pintojen välisen etäisyyden muuttuessa.

- Keksinnön mukaisen kiihtyvyysanturin elektrodiparin liikkuvalle elektrodilla on oleellisesti kaksi tukipistettä, joihin liittyvät jouset mahdollistavat liikkuvalla elektrodille rotaatiovapausasteen tukipisteiden kautta piirretyn suoran ympäri.
- 30

- 35 Liikkuvat elektrodit voidaan rajoittaa sellaisiksi, joiden kiihtyvyydelle herkkä suunta ei ole elektroditason suun-

## BEST AVAILABLE COPY

10

- tainen Elektroditasolla käsitetään tässä elektrodin pienimmän neliösumman menetelmällä muodostettua tasoa. Tällöin liikkuvan elektrodin painopiste projisoituna liikkuvan elektrodin elektroditason normaalin suunnassa liikkuvan elektrodin elektroditason suuntaiselle tasolle, joka kulkee liikkuvan elektrodin tukipisteiden kautta, ei ko. projisoidun liikkuvan elektrodin tule olla liikkuvan elektrodin tukipisteiden välille piirrettyllä suoralla.
- 5
- 10 Keksinnön mukaisessa kiihtyvyysanturissa voidaan käyttää useampia elektrodipareja. Tällöin voidaan mitata kiihtyvyyttä useamman eri akselin suhteen. Elektrodiparien sijainti valitaan symmetrisesti symmetria-akselien suhteen, jolloin elektrodiparien käyttäytyminen lämpökuormituksen tai muun symmetrisen kuorman alaisena on samanlaista.
- 15

- Kiihtyvyysanturin elektrodiparien elektrodien muoto valitaan elektrodiparien määrään nähden sopivasti, jolloin massojen muodon ja sijoituksen avulla saadaan optimaalinen pakkaustiheys elektrodipareille. Keksinnön mukaisen kiihtyvyysanturin elektrodiparin liikkuvan elektrodin tuentajärjestelyjä sekä elektrodien rakennetta on kuvattu tarkemmin hakijan samanaikaisesti jätetyssä patenttihakemuksessa.
- 20
- 25

- Kuvassa 6 on esitetty keksinnön mukainen kiihtyvyysanturi kahdella elektrodiparilla toteutettuna. Kuvassa on kolmion muotoisen liikkuvan elektrodin lisäksi merkitty symmetria-akselit, jousien kiinnityspisteet, rotaaticakseli sekä anturin ulkoseinä. Käyttämällä useampia elektrodipareja ja valitsemalla tukipisteet sopivasti voidaan vaihtoehtoisesti toteuttaa yhden tai kahden akselin kiihtyvyysanturi. Kuvassa kahta elektrodiparia käyttämällä on toteutettu kahden akselin kiihtyvyysanturi. Elektrodiparit on sijoitettu siten, että saadaan kaksi
- 30
- 35

## BEST AVAILABLE COPY

11

symmetria-akselia. Keksinnön mukaisessa kiihtyvyysanturissa kummankin liikkuvan elektrodin painopisteen ja painopisteiden välisen janan pituus tulee olla pienempi kuin minkä tahansa eri liikkuvien elektrodien tukipisteiden välille piirretty suora.

Kuvassa 7 on esitetty keksinnön mukainen kiihtyvyysanturi kolmella elektrodiparilla toteutettuna. Kuvassa on kolmion muotoisen liikkuvan elektrodin lisäksi merkitty symmetria-akselit, jousien kiinnityspisteet, rotaatioakseli sekä anturin ulkoseinä. Käyttämällä useampia elektrodipareja ja valitsemalla tukipisteet sopivasti voidaan vaihtoehtoisesti toteuttaa yhden, kahden tai kolmen akselin kiihtyvyysanturi. Kuvassa kolmea elektrodiparia käyttämällä on toteutettu kolmen akselin kiihtyvyysanturi. Elektrodiparit on sijoitettu siten, että saadaan kolme symmetria-akselia. Keksinnön mukaisessa kiihtyvyysanturissa positiivisella suunnalla käsitetään liikkuvan elektrodin tukiakselista painopistettä kohti oleva suunta ja negatiivisella suunnalla käsitetään tälle päinvastainen suunta. Keksinnön mukaisessa kiihtyvyysanturissa elektrodiparit sijaitsevat anturissa siten, että jokaisen liikkuvan elektrodin positiivinen suuntavektori on  $120^\circ$  ja  $240^\circ$  kulmassa kahden muun liikkuvan elektrodin positiivisen suuntavektorin kanssa, ja että liikkuvien elektrodien negatiiviset suuntavektorit leikkaavat oleellisesti yhdessä pisteessä.

Kuvassa 8 on esitetty keksinnön mukainen kiihtyvyysanturi neljällä elektrodiparilla toteutettuna. Kuvassa on kolmion muotoisen liikkuvan elektrodin lisäksi merkitty symmetria-akselit, jousien kiinnityspisteet, rotaatioakseli sekä anturin ulkoseinä. Käyttämällä useampia elektrodipareja ja valitsemalla tukipisteet sopivasti voidaan vaihtoehtoisesti toteuttaa yhden, kahden tai kolmen akselin kiihtyvyysanturi. Kuvassa neljää elektrodiparia

käyttämällä on toteutettu kolmen akselin kiihtyvyysanturi. Elektrodiparit on sijoitettu siten, että saadaan neljä symmetria-akselia. Keksinnön mukaisessa kiihtyvyysanturissa elektrodiparit sijaitsevat anturissa siten, että jokaisen liikkuvan elektrodin positiivinen suuntavek-  
tori on  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  ja  $270^\circ$  kulmassa kolmen muun liikkuvan elektrodin positiivisen suuntavektorin kanssa ja liikkuvien elektrodien negatiiviset suuntavektorit leikkaavat oleellisesti yhdessä pisteessä.

10

Kuvassa 9 on esitetty keksinnön mukainen kiihtyvyysanturi kahdeksalla elektrodiparilla toteutettuna. Kuvassa on kolmion muotoisen liikkuvan elektrodin lisäksi merkitty symmetria-akselit, jousien kiinnityspisteet.

15 rotaatioakseli sekä anturin ulkoseinä. Käyttämällä useampia elektrodipareja ja valitsemalla tukipisteet sopivasti voidaan vaihtoehtoisesti toteuttaa yhden, kahden tai kolmen akselin kiihtyvyysanturi. Kuvassa kahdeksaa elektrodiparia käyttämällä on toteutettu kolmen akselin  
20 kiihtyvyysanturi. Elektrodiparit on sijoitettu siten, että saadaan neljä symmetria-akselia.

Keksinnön mukaisen kiihtyvyysanturin eri elektrodipareilla voidaan mitata eri kiihtyvyysalueita. Jotkin kiihtyvyys-  
25 anturin elektrodiparit voivat myös olla redundantteja elektrodipareja. Edelleen joitakin kiihtyvyysanturin elektrodipareja voidaan käyttää kapasitanssimuutoksen linearisointiin.

30 Kuvassa 10 on esitetty keksinnön mukainen vaihtoehtoinen kiihtyvyysanturi neljällä elektrodiparilla toteutettuna. Keksinnön mukaisessa vaihtoehtoisessa kiihtyvyysanturissa elektrodiparit sijaitsevat anturissa siten, että jokaisen liikkuvan elektrodin positiivinen suuntavektori on  $90^\circ$ ,  
35  $180^\circ$  ja  $270^\circ$  kulmassa kolmen muun liikkuvan elektrodin positiivisen suuntavektorin kanssa ja liikkuvien elektro-

dien negatiiviset suuntavektorit leikkaavat oleellisesti yhdessä pisteessä asennelman keskellä. Liikkuvien elektrodien elektroditasot ja tukipisteet ovat symmetrisiä neljän akselin suhteen elektroditasolla.

5

Kuvassa 11 on esitetty keksinnön mukainen toinen vaihtoehtoinen kiihtyvyyssanturi neljällä elektrodiparilla toteutettuna. Keksinnön mukaisessa toisessa vaihtoehtoisisssa kiihtyvyyssanturissa elektrodiparit sijaitsevat anturissa

- 10 siten, että jokaisen liikkuvan elektrodin positiivinen suuntavektori on  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  ja  $270^\circ$  kulmassa kolmen muun liikkuvan elektrodin positiivisen suuntavektorin kanssa ja liikkuvien elektrodien negatiiviset suuntavektorit leikkaavat oleellisesti yhdessä pisteessä asennelman keskellä.
- 15 Liikkuvien elektrodien elektroditasot ja tukipisteet ovat symmetrisiä neljän akselin suhteen elektroditasolla.

- 20 Keksinnön mukaisella kiihtyvyyssanturirakenteella saavutetaan symmetriaetuja, ja se mahdollistaa luotettavan ja suorituskykyisen kiihtyvyyden mittauksen erityisesti pienikokoisissa kapasitiivisissa kiihtyvyyssanturiratkaisuissa.



L 2

14

**Patenttivaatimukset**

1. Kapasitiivinen kiihtyvyyssanturi, joka käsittää ainakin yhden elektrodiparin siten, että kukin elektrodipari  
5 käsittää kiihtyvyyteen reagoivan liikkuvan elektrodin (5) ja ainakin yhden kiinteän levyosan (6), t u n n e t t u siitä, että kukin elektrodipari käsittää lisäksi oleellisesti saman akselin muodostavan rotaatioakselin (7) siten, että
- 10 - kiihtyvyyssanturin liikkuva elektrodi (5) on tuettu kiinteästi rotaatioakselista (7) siten, että liikkuva elektrodi (5) pääsee kiertymään rotaatioliikkeellä rotaatioakselin (7) ympäri, ja että  
- kiihtyvyyssanturissa on käytetty useampia elektrodipare-  
15 ja.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen kapasitiivinen kiihtyvyyssanturi, t u n n e t t u siitä, että elektrodiparien sijainti on valittu symmetrisesti symmetria-akselien suh-  
20 teen.
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen kapasitiivinen kiihtyvyyssanturi, t u n n e t t u siitä, että elektrodiparien elektrodien muoto on valittu elektrodiparien mää-  
25 rään nähden sopivasti.
4. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 1-3 mukainen kapasitiivinen kiihtyvyyssanturi, t u n n e t t u siitä, että kiihtyvyyssanturissa on käytetty ainakin kahta  
30 elektrodiparia.
5. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 1-3 mukainen kapasitiivinen kiihtyvyyssanturi, t u n n e t t u siitä, että kiihtyvyyssanturissa on käytetty kahta elektrodiparia.

35

15

6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen kapasitiivinen kiihtyvyyssanturi, t u n n e t t u siitä, että käyttämällä kah-  
ta elektrodiparia on toteutettu yhden akselin kiihtyvyyss-  
anturi.

5

7. Patenttivaatimuksen 5 mukainen kapasitiivinen kiihtyvyyssanturi, t u n n e t t u siitä, että käyttämällä kah-  
ta elektrodiparia on toteutettu kahden akselin kiihtyvyyss-  
anturi.

10

8. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 5-7 mukainen  
kapasitiivinen kiihtyvyyssanturi, t u n n e t t u siitä,  
että elektrodiparit on sijoitettu siten, että muodostuu  
kaksi symmetria-akselia.

15

9. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 5-8 mukainen  
kapasitiivinen kiihtyvyyssanturi, t u n n e t t u siitä,  
että kummankin liikkuvan elektrodin painopisteen ja  
painopisteiden välisen janan pituus tulee olla pienempi  
20 kuin minkä tahansa eri liikkuvien elektrodien  
tukipisteiden välille piirretty suora.

10. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 1-3 mukainen  
kapasitiivinen kiihtyvyyssanturi, t u n n e t t u siitä,  
25 että kiihtyvyyssanturissa on käytetty kolmea elektrodipa-  
ria.

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen kapasitiivinen kiih-  
tyvyyssanturi, t u n n e t t u siitä, että käyttämällä  
30 kolmea elektrodiparia on toteutettu yhden akselin kiihty-  
vyyssanturi.

12. Patenttivaatimuksen 10 mukainen kapasitiivinen kiih-  
tyvyyssanturi, t u n n e t t u siitä, että käyttämällä  
35 kolmea elektrodiparia on toteutettu kahden akselin kiihty-  
vyyssanturi.

13. Patenttivaatimuksen 10 mukainen kapasitiivinen kiihtyvyysanturi, t u n n e t t u siitä, että käyttämällä kolmea elektrodiparia on toteutettu kolmen akselin kiihtyvyysanturi.

14. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 10-13 mukainen kapasitiivinen kiihtyvyysanturi, t u n n e t t u siitä, että elektrodiparit on sijoitettu siten, että muodostuu kolme symmetria-akselia.

15. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 10-14 mukainen kapasitiivinen kiihtyvyysanturi, t u n n e t t u siitä, että elektrodiparit sijaitsevat anturissa siten, että jokaisen liikkuvan elektrodin positiivinen suuntavektori on  $120^\circ$  ja  $240^\circ$  kulmassa kahden muun liikkuvan elektrodin positiivisen suuntavektorin kanssa.

16. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 8-15 mukainen kapasitiivinen kiihtyvyysanturi, t u n n e t t u siitä, että liikkuvien elektrodien negatiiviset suuntavektorit leikkaavat oleellisesti yhdessä pisteessä.

17. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 1-3 mukainen kapasitiivinen kiihtyvyysanturi, t u n n e t t u siitä, että kiihtyvyysanturissa on käytetty neljää elektrodiparia.

18. Patenttivaatimuksen 17 mukainen kapasitiivinen kiihtyvyysanturi, t u n n e t t u siitä, että käyttämällä neljää elektrodiparia on toteutettu yhden akselin kiihtyvyysanturi.

19. Patenttivaatimuksen 17 mukainen kapasitiivinen kiihtyvyysanturi, t u n n e t t u siitä, että käyttämällä

## BEST AVAILABLE COPY

17

neljää elektrodiparia on toteutettu kahden akselin kiihtyvyysanturi.

20. Patenttivaatimuksen 17 mukainen kapasitiivinen kiihtyvyysanturi, t u n n e t t u siitä, että käyttämällä neljää elektrodiparia on toteutettu kolmen akselin kiihtyvyysanturi.

21. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 17-20 mukainen kapasitiivinen kiihtyvyysanturi, t u n n e t t u siitä, että elektrodiparit on sijoitettu siten, että muodostuu neljä symmetria-akselia.

22. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 17-21 mukainen kapasitiivinen kiihtyvyysanturi, t u n n e t t u siitä, että elektrodiparit sijaitsevat anturissa siten, että jokaisen liikkuvan elektrodin positiivinen suuntavektori on  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  ja  $270^\circ$  kulmassa kolmen muun liikkuvan elektrodin positiivisen suuntavektorin kanssa.

23. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 17-22 mukainen kapasitiivinen kiihtyvyysanturi, t u n n e t t u siitä, että liikkuvien elektrodien negatiiviset suuntavektorit leikkaavat oleellisesti yhdessä pisteessä.

24. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 1-3 mukainen kapasitiivinen kiihtyvyysanturi, t u n n e t t u siitä, että kiihtyvyysanturissa on käytetty kahdeksaa elektrodiparia.

25. Patenttivaatimuksen 24 mukainen kapasitiivinen kiihtyvyysanturi, t u n n e t t u siitä, että käyttämällä kahdeksaa elektrodiparia on toteutettu yhden akselin kiihtyvyysanturi.

BEST AVAILABLE COPY

18

26. Patenttivaatimuksen 24 mukainen kapasitiivinen kiihtyvyyssanturi, t u n n e t t u siitä, että käyttämällä kahdeksaa elektrodiparia on toteutettu kahden akselin kiihtyvyyssanturi.

5

27. Patenttivaatimuksen 24 mukainen kapasitiivinen kiihtyvyyssanturi, t u n n e t t u siitä, että käyttämällä kahdeksaa elektrodiparia on toteutettu kolmen akselin kiihtyvyyssanturi.

10

28. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 24-27 mukainen kapasitiivinen kiihtyvyyssanturi, t u n n e t t u siitä, että elektrodiparit on sijoitettu siten, että muodostuu neljä symmetria-akselia.

15

29. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 1-28 mukainen kapasitiivinen kiihtyvyyssanturi, t u n n e t t u siitä, että eri elektrodiparit on sovitettu mittaukseen eri kiihtyvyyksalueille.

20

30. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 1-29 mukainen kapasitiivinen kiihtyvyyssanturi, t u n n e t t u siitä, että jotkin kiihtyvyyssanturin elektrodiparit ovat redundantteja elektrodipareja.

25

31. Jonkin edellä olevan patenttivaatimuksen 1-30 mukainen kapasitiivinen kiihtyvyyssanturi, t u n n e t t u siitä, että joitakin kiihtyvyyssanturin elektrodipareja käytetään kapasitanssimuutoksen lineaarisointiin.

30

BEST AVAILABLE COPY

L3

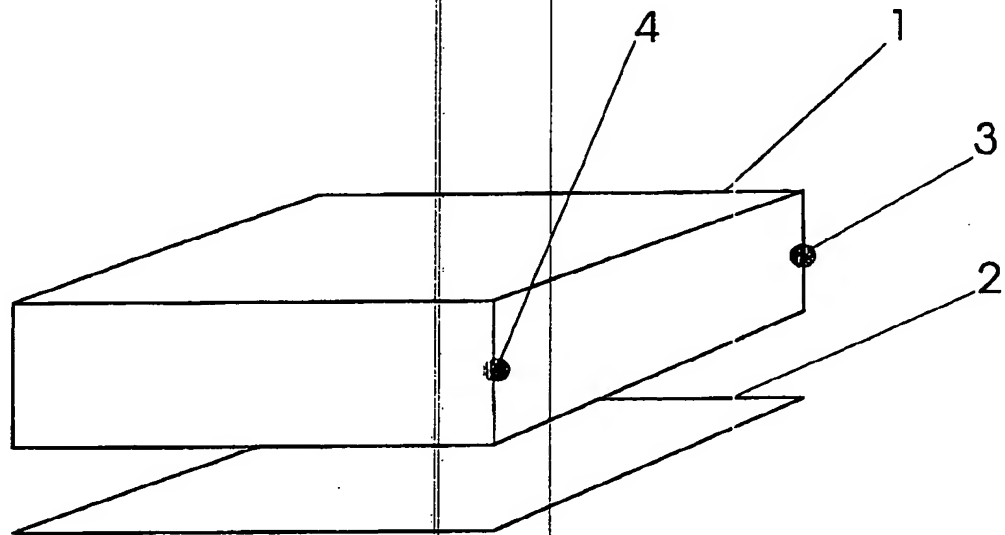
19

**(57) Tiivistelmä**

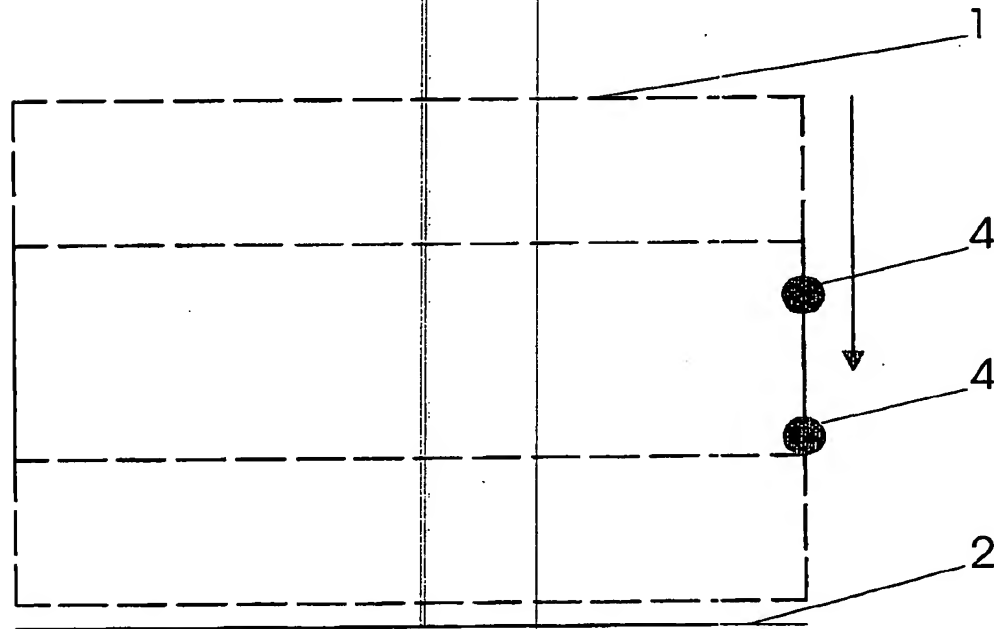
Keksintö liittyy kiihtyvyyden mittauksessa käytettäviin mittalaitteisiin, ja tarkemmin sanottuna kapasitiivisiin kiihtyvyyssantureihin. Keksinnön mukaisessa kapasitiivinen kiihtyvyyssanturissa on rotaatioakselista (7) tuettu kiihtyvyyssanturin liikkuva elektrodi (5). Keksinnön mukaisessa kiihtyvyyssanturissa on käytetty useampia elektrodipareja. Keksinnön mukaisella kiihtyvyyssanturirakenteella saavutetaan symmetriaetuja, ja se mahdollistaa luotettavan ja suorituskykyisen kiihtyvyyden mittauksen erityisesti pienikokoisissa kapasitiivisissa kiihtyvyyssanturiratkaisuissa.

(kuva 3)

BEST AVAILABLE COPY

24  
1/6

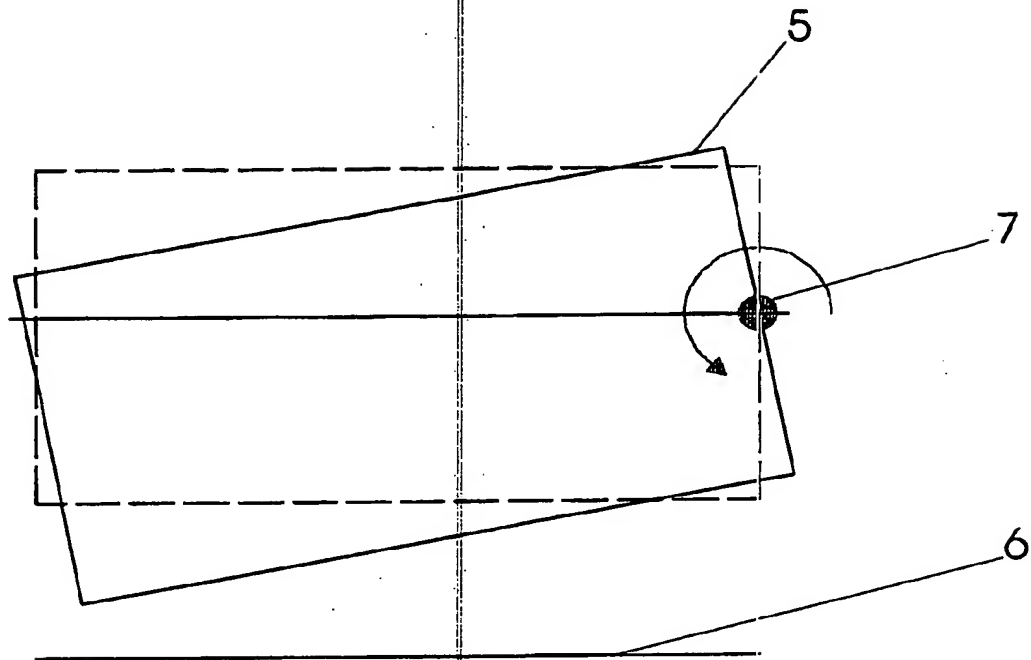
Kuva 1



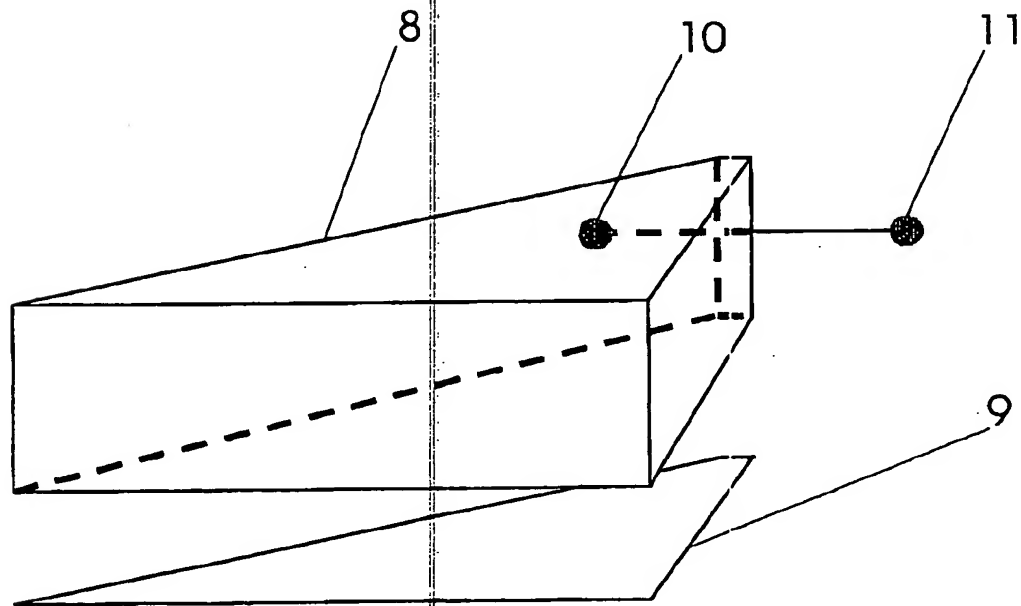
Kuva 2

BEST AVAILABLE COPY

2/6



Kuva 3

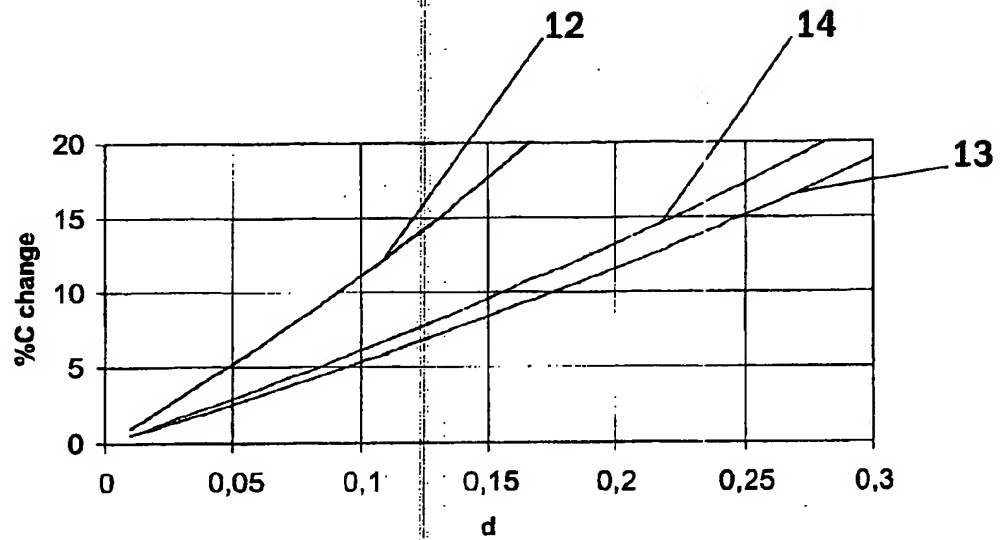


Kuva 4

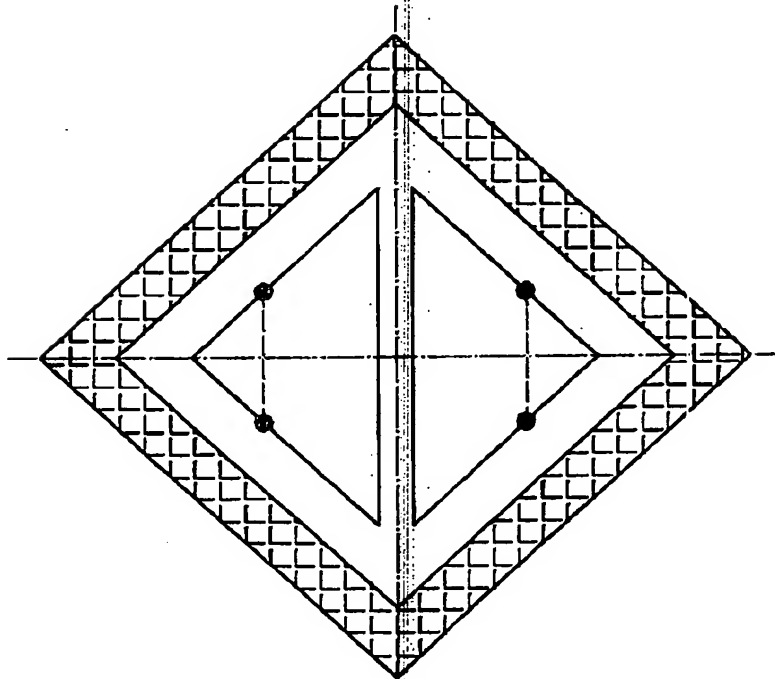


BEST AVAILABLE COPY

3/6



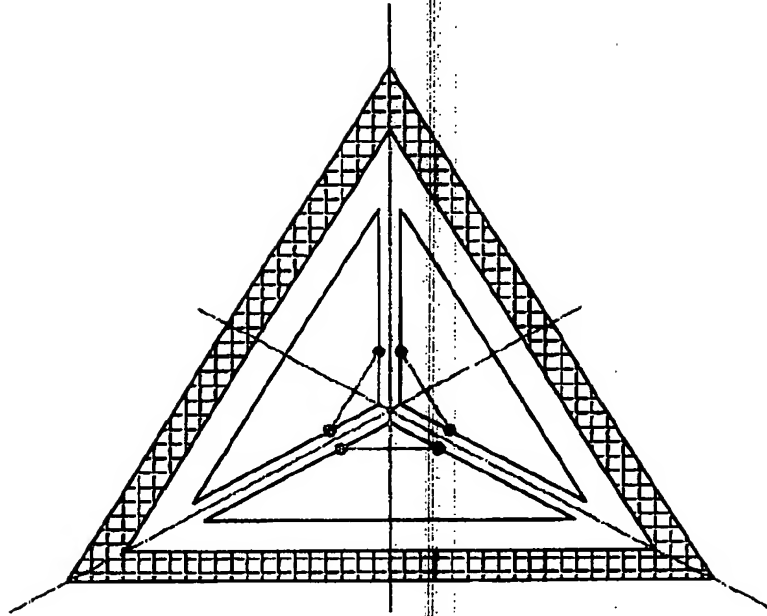
Kuva 5



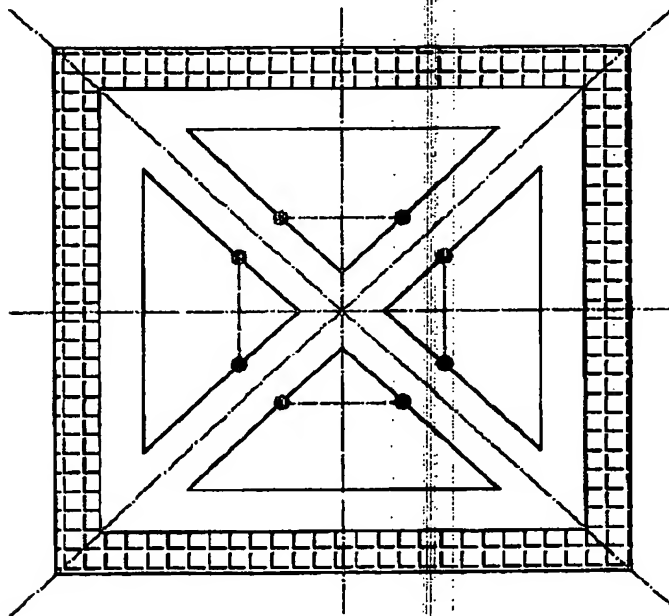
Kuva 6

BEST AVAILABLE COPY

4/6



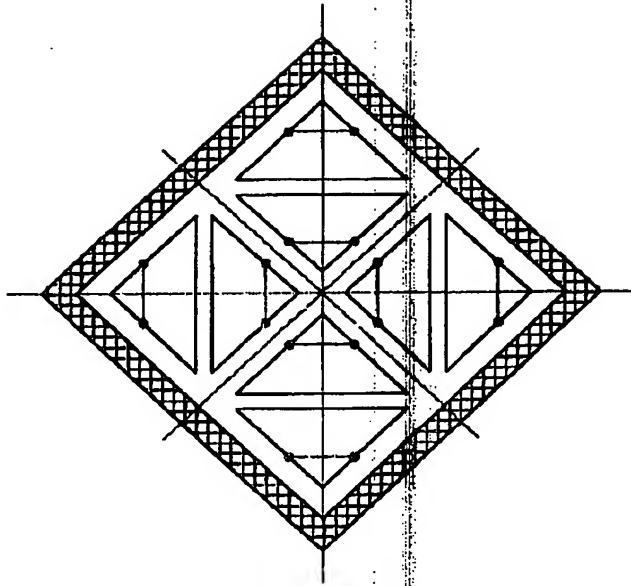
Kuva 7



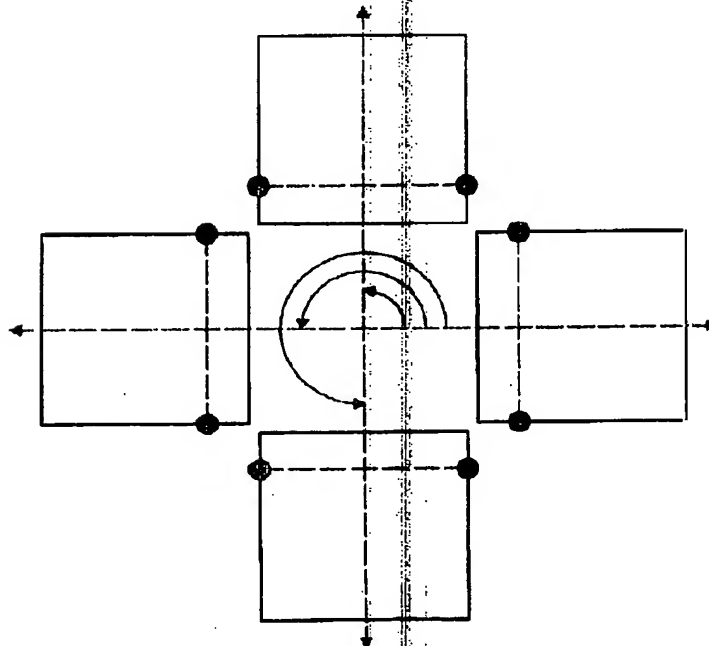
Kuva 8

BEST AVAILABLE COPY

5/6



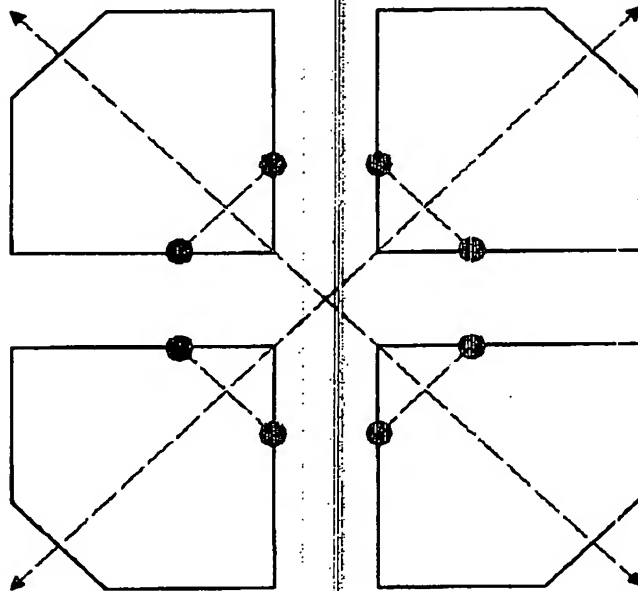
Kuva 9



Kuva 10

BEST AVAILABLE COPY

6/6



Kuva 11